



(19)

(11) Publication number: **2001316863 A**

Generated Document.

**PATENT ABSTRACTS OF JAPAN**

(21) Application number: 2000131367

(51) Intl. Cl.: C25D 5/02 C25D 7/00 G03F 7/30 G03F 7/40 G11B 5/31

(22) Application date: 28.04.00

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 16.11.01

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: TDK CORP

(72) Inventor: UEJIMA SATOSHI

(74) Representative:

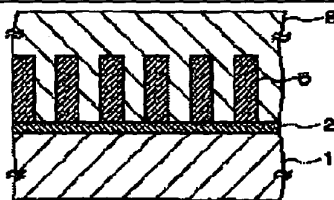
(54) MINUTE PATTERN FORMING METHOD, AND DEVELOPING/CLEANING DEVICE THEREFOR, PLATING METHOD THEREBY AND METHOD OF MANUFACTURING THIN FILM MAGNETIC HEAD THEREBY

(57) Abstract:

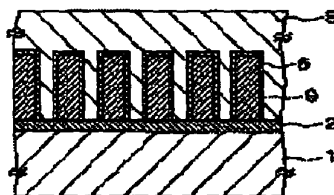
**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a forming method for a minute pattern with a narrowed pattern interval of a resist pattern, which can form a minute pattern formation material surely on a surface of the resist pattern.

**SOLUTION:** The first resist layer 3 including an acid generating material by means of heat or light irradiation, is applied on a substrate 1, exposed to light through a pattern, and developed. The first resist frame 6 is formed by means of washing the developing solution with a cleaning liquid, and the minute pattern formation material 8 including a material crosslinking with an existence of an acid, is applied on a substrate 1, on which the cleaning liquid 7 is forced to stick. An acid is generated in the first resist frame 6 by heat or light irradiation, and a crosslinking layer formed between the first resist frame 6 and the minute pattern formation material 8 covers the first resist frame 6.

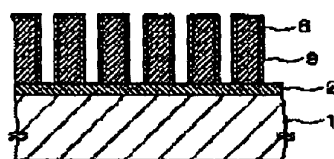
(a)



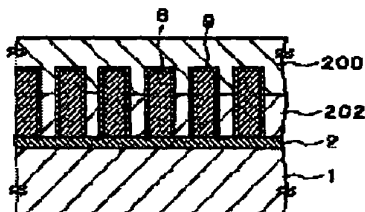
(b)



(c)



(d)



(e)



COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-316863

(P2001-316863A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>		識別記号	F I	タームコード*(参考)	
C 2 5 D	5/02		C 2 5 D	5/02	E 2 H 0 9 6
	7/00			7/00	K 4 K 0 2 4
G 0 3 F	7/30	5 0 1	G 0 3 F	7/30	5 0 1 5 D 0 3 3
	7/40	5 1 1		7/40	5 1 1 5 F 0 4 6
G 1 1 B	5/31		G 1 1 B	5/31	D
審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 15 頁) 最終頁に続く					

審査請求 有 請求項の数 5 O L (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-131367(P2000-131367)

(22) 出願日 平成12年4月28日 (2000. 4. 28)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 上島 聡史

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100101214

弁理士 森岡 正樹

Fターム(参考) 2H096 AA30 BA09 GA17 GA29 HA01

HA02 HA03 JA04 LA30

4K024 AA09 AA15 BA01 BA09 BB14

FA06 FA07 FA08

5D033 BA12 DA04 DA09

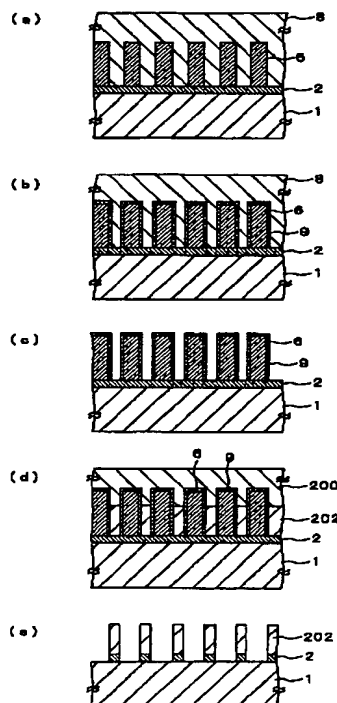
5F046 AA28 LA18

(54) 【発明の名称】 微細パターン形成方法及びそれに用いる現像/洗浄装置、及びそれを用いためっき方法、及びそれを用いた薄膜磁気ヘッドの製造方法

## (57) 【要約】

【課題】本発明は、レジストパターンのパターン間隔を狭小化させた微細パターンの形成方法に関し、微細パターン形成材料を確実にレジストパターン表面に形成できる微細パターン形成方法を提供することを目的とする。

【解決手段】加熱や光照射により酸を発生する材料を含む第1のレジスト層3を基板1上に塗布してパターンを露光して現像する。現像液を洗浄液で洗浄して第1のレジストフレーム6を形成し、洗浄液7を基板1上に付着させた状態で基板1上に酸の存在で架橋する材料を含む微細パターン形成材料8を塗布する。加熱または光照射により第1のレジストフレーム6中に酸を発生させ、第1のレジストフレーム6と微細パターン形成材料8との界面に生じた架橋層で第1のレジストフレーム6を被覆するように構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】加熱や光照射により酸を発生する材料を含むレジストを基板上に塗布し、  
前記レジストにパターンを露光して現像し、現像液を洗浄液で洗浄してレジストパターンを形成し、  
前記洗浄液を前記基板上に付着させた状態で、前記基板上に酸の存在で架橋する材料を含む微細パターン形成材料を塗布し、  
加熱または光照射により前記レジストパターン中に酸を発生させ、前記レジストパターンと前記微細パターン形成材料との界面に生じた架橋層で前記レジストパターンを被覆し、前記微細パターン形成材料の非架橋層を前記微細パターン形成材料用の現像液で現像し、当該現像液を洗浄液で洗浄することを特徴とする微細パターン形成方法。

【請求項2】請求項1記載の微細パターン形成方法であって、  
前記レジストパターンの現像から前記微細パターン形成材料の塗布までの間で前記基板を乾燥させないことを特徴とする微細パターン形成方法。

【請求項3】基板上に形成された露光済みのレジスト層を現像する現像液を散布する現像液ノズルと、  
前記現像液を洗浄する洗浄液を散布する洗浄液ノズルと、  
洗浄後、前記洗浄液を乾燥させずに保持した状態の前記基板表面に対して微細パターン形成材料を散布する微細パターン形成材料散布ノズルと、  
微細パターン形成材料用現像液を散布する微細パターン形成材料用現像液散布ノズルとを有することを特徴とする現像／洗浄装置。

【請求項4】基板上に電極膜を形成し、  
加熱や光照射により酸を発生する材料を含むレジストを前記基板上に塗布し、  
前記レジストにパターンを露光して現像し、現像液を洗浄液で洗浄してレジストパターンを形成し、  
前記洗浄液を前記基板上に付着させた状態で、前記基板上に酸の存在で架橋する材料を含む微細パターン形成材料を塗布し、  
加熱または光照射により前記レジストパターン中に酸を発生させ、前記レジストパターンと前記微細パターン形成材料との界面に生じた架橋層で前記レジストパターンを被覆し、  
前記微細パターン形成材料の非架橋層を前記微細パターン形成材料用の現像液で現像し、当該現像液を洗浄液で洗浄し、  
前記基板表面をめっき液に浸漬して、被覆された前記レジストパターンの間にめっき膜を形成することを特徴とするめっき方法。

【請求項5】レジストをパターニングして形成した型を用いてめっき膜を形成するめっき工程を有する薄膜磁気

ヘッドの製造方法であって、

前記めっき工程は、請求項4記載のめっき方法を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、レジストパターンのパターン間隔やホール径を狭小化させた微細パターンの形成方法及びそれに用いる現像／洗浄装置に関し、さらに、レジストをパターニングして形成した型を用いてめっき膜を形成するめっき方法（以下、フレームめっき方法という）、及び記録ヘッドとして誘導型磁気ヘッドを備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】磁気ディスク装置の磁気ヘッドとして、データ再生に用いる磁気抵抗（Magnetoresistive; MR）ヘッドとデータ記録に用いる誘導型磁気ヘッドとを備えた複合型薄膜磁気ヘッドが用いられている。

【0003】MRヘッドは、異方性磁気抵抗（Anisotropic Magnetoresistive; AMR）効果を用いたAMR素子、巨大磁気抵抗（Giant Magnetoresistive; GMR）効果を用いたGMR素子、さらに磁気抵抗効果を示すトンネル接合膜（Tunneling Magnetoresistive; TMR）を用いたTMR素子のいずれかを有している。磁気記録媒体の面記録密度が高くなるにつれてAMR素子からGMR素子、さらにTMR素子が用いられる。

【0004】これらMRヘッドの性能を決める一要因としてMRハイトの最適化がある。MRハイトは、磁気記録媒体の磁気記録面に対向するエアベアリング面（Air Bearing Surface: ABS）側端部から反対側の端部までのMR素子の高さであり、この高さはヘッド製造工程におけるABS面の研磨量に依存する。

【0005】誘導型磁気ヘッドは、狭いギャップを有するリング構造を半導体プロセスにより実現したものであり、絶縁膜を介して積層され、ABS面側にギャップ（write gap）を有して閉磁路を形成する上下磁極と、上下磁極間の絶縁膜中に形成された薄膜コイルとを有している。薄膜コイルに流す記録電流によりヘッド材を高い磁束密度に磁化して、ギャップ上に所定の漏れ磁界を形成して磁気記録媒体上にデータを記録する。

【0006】誘導型磁気ヘッドの性能を決める一要因としてスロートハイト（Throat Height: TH）の最適化がある。スロートハイトは、ABS面から上記絶縁膜端部までの磁極の高さであり、この高さもヘッド製造工程におけるABS面の研磨量に依存する。記録ヘッドのヘッド効率を向上させるには、スロートハイトをできるだけ短くする必要がある。

【0007】記録密度を高めるには、磁気記録媒体のトラック密度を高くする必要がある。そのためには、ABS面での磁極幅とギャップ幅を狭くした記録ヘッドを実現する必要があり、これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【0008】上述の複合型薄膜磁気ヘッドは、例えば、スパッタリング工程、フォトリソグラフィ工程、フレームめっき工程、エッチング工程および研磨工程等の複数の製造工程を経て製造される。以下、薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について簡単に説明する。

【0009】まず、高硬度で耐摩耗性に優れる $Al_2O_3$ 、TiC（アルティック）基板が用いられる。磁気ヘッドが完成するとこの基板自体が磁気ヘッドのスライダ本体として機能する。高硬度で耐摩耗性に優れる基板を用いるのは、ヘッドの浮上精度を確保するためと、正確なMRハイト及びスロートハイトを得るためである。さて、アルティック基板上に、密着性に優れる例えばクロム膜をスパッタリング等により成膜する。次いで、例えばパーマロイからなる下部シールド層を形成する。次いで、下部シールド層上に絶縁膜で挟まれたMR素子を形成する。

【0010】次に、パーマロイ等からなる上部シールド層を形成する。これにより、再生用のMRヘッドが完成する。上部シールド層は、記録用の誘導型磁気ヘッドの下部磁極を兼ねている。

【0011】次いで、下部磁極上にギャップ形成用の絶縁膜を形成し、さらに絶縁膜を形成してからその上に酸化物との密着性に優れる例えばクロム膜をスパッタリング等で成膜する。次に、フレームめっき法を用いる際の電極膜となる厚さの薄い例えば銅を成膜する。次いで、1層目の銅コイルをフレームめっき法により形成する。必要に応じて2～3層目のコイルも同様に形成する。

【0012】形成された薄膜コイルを絶縁膜で埋め込んでからその上に、フレームめっき法を用いて例えばパーマロイからなる上部磁極を形成する。ABS面側の上部磁極をマスクにエッチングすることにより記録ギャップ層が形成される。上部磁極は記録ギャップ層の反対側でコイルを挟んで下部磁極と接続されて閉磁路を構成するように形成されている。上部磁極上層に保護膜を成膜して成膜工程が終了する。

【0013】次に、アルティック基板を数十個のヘッドを含む棒状基板に切断する。これら棒状基板のABS形成面を研磨して高さ数 $\mu m$ 程度のスロートハイト出しを行う。ABS面を形成した後、棒状基板を切断して複数の薄膜磁気ヘッドが完成する。以上説明した薄膜磁気ヘッドの製造方法において、薄膜コイルの形成や上部磁極の形成にはフレームめっき法が用いられている。

【0014】この従来のフレームめっき法について図9を用いて簡単に説明する。フレームめっき法は、例えば特公昭56-36706号公報に記載されているよう

に、レジストをバターニングして形成した型を用いてめっき膜をバターニングする方法である。

【0015】図9は、従来のフレームめっき法を用いためっき膜の製造工程断面を示している。図9(a)に示すように、絶縁性基板500上にスパッタリング法や蒸着法を用いて電極膜502を成膜する。この電極膜502の下層に絶縁性基板500との密着性を高めるための、例えばCr（クロム）膜やTi（チタン）膜等で接着層を形成してもよい。電極膜502は、導電性のある材料であれば問題ないが、できればめっきされる金属材料と同一材料を用いることが望ましい。

【0016】次に、図9(b)に示すように、全面にレジストを塗布してレジスト層504を形成し、必要に応じてレジスト層504のプリベーク処理を行う。次いで、所定のパターンが描画されたマスク506を介して露光光を照射して、レジスト層504を露光する。

【0017】次に、必要に応じて熱処理後、アルカリ現像液で現像する。アルカリ現像液としては、例えば、2.38wt%の濃度のテトラメチルアンモニウムハイドロオキシド（TMAH）が用いられる。次いで、レジスト層504中の現像液を洗浄液で洗浄し、レジスト層504の現像溶解反応を停止させて所定形状にバターニングされたレジストフレーム508が形成される（図9(c)参照）。次に、基板500をめっき槽中のめっき液512に浸漬して、レジストフレーム508を型にしてめっき処理を行い、レジストフレーム508間にめっき膜514を形成する（図9(d)参照）。

【0018】次いで、必要に応じて水洗し乾燥させてからレジストフレーム508を有機溶剤を用いて基板500から剥離する。次いで、めっき膜514をマスクにして電極膜502をドライエッチング（イオンミリングや反応性イオンエッチング（RIE）等）やウエットエッチングにより除去する（図9(e)参照）。以上がフレームめっき方法の概略である。このようにフレームめっき方法は、レジスト層504をバターニングしたレジストフレーム508を型として用いて所定形状のめっき膜514を形成する技術である。

【0019】ところで、近年の面記録密度の向上と共に薄膜磁気ヘッドのトラック幅が益々狭くなってきており、それに伴って極めて狭い磁極幅が得られるように上部磁極を形成する必要が生じている。このためには、フレームめっき方法で上部磁極を形成する際のレジストフレーム間のトレンチ幅の狭小化を図る必要がある。

【0020】レジストフレーム間隔の狭小化を実現する手段として、例えば、特開平6-250379号公報や特開平10-73927号公報、あるいは特開平11-204399号公報等の開示された微細パターン形成方法がある。この微細パターン形成方法は、加熱や光照射により酸を発生する材料を含むレジストパターンの表面を酸の存在で架橋する材料を含むレジスト（微細パター

ン形成材料)で覆う。加熱(ミキシングベーク)または光照射によりレジストパターン中に酸を発生させ、界面に生じた架橋層をレジストパターンの被覆層として形成し、レジストパターンの幅を太くする。これによりレジストパターン間の間隔を狭くさせることができる。

【0021】この微細パターン形成方法について図10を用いて簡単に説明する。まず、図10(a)に示すように、基板500に、適当な加熱処理により内部に酸が発生する機構を有する第1のレジスト層530をスピンコートなどにより塗布した後、必要に応じてプリベークを施す。次に、第1のレジストパターンを形成するために所定のパターンが描画されたマスクを介して第1のレジスト層530を露光する。

【0022】第1のレジスト層530を露光した後、必要に応じてポストベークを行い、現像液としてTMAH等のアルカリ水溶液を用いて現像する。次に、現像工程から引き続いて洗浄工程に移る。第1のレジスト層530中の現像液を洗浄液で洗浄し、レジスト層530の現像溶解反応を停止させて、図10(b)に示すように、所定形状にパターンニングされた第1のレジストパターン532が形成される。なお、洗浄液としては、例えば純水が用いられる。洗浄が終了すると、洗浄液を振り切って基板500を乾燥させる。

【0023】次に、図10(c)に示すように、基板500上に、酸の存在により架橋する架橋性の材料を主成分とし、第1のレジストパターン532を溶解しない水溶液に溶解した水溶性の第2のレジスト層534を塗布する。次に、第2のレジスト層534の塗布後、必要に応じてプリベークする。

【0024】次に、図10(d)に示すように、基板500に形成された第1のレジストパターン532と、この上に形成された第2のレジスト層534とをミキシングベークし、第1のレジストパターン532から酸の拡散を促進させ、第2のレジスト層534中へ供給し、第2のレジスト層534と第1のレジストパターン532との界面において架橋反応を発生させる。このミキシングベークにより架橋反応を起こした架橋層が、第1のレジストパターン532を被覆するように第2のレジスト層534中に形成される。

【0025】次に、架橋していない第2のレジスト層534を現像液を用いて除去してから洗浄を行う。基板500表面に対して例えば純水などの洗浄液を散布して洗浄し、図10(e)に示すように第1のレジストパターン532に架橋層が被覆された第2のレジストパターン536が形成される。

【0026】以上の工程を経て形成された第2のレジストパターン536は、第1のレジストパターン532より、ホールパターンのホール内径やラインパターンの分離幅を狭小化させたレジストパターンとなる。

【0027】上述の微細パターン形成方法で形成した間

隔の狭小化されたレジストフレームを薄膜磁気ヘッドの製造方法におけるフレームめっき方法に応用することにより、微細幅の上部磁極を形成できる可能性が生じる。

【0028】

【発明が解決しようとする課題】ところが、薄膜磁気ヘッドの上部磁極をフレームめっき法で形成する際、レジスト層の塗布領域に比較的高低差の大きい起伏が生じているため、局所的に極めて厚いレジスト層が形成される。この厚いレジスト層に対して相対的に極めて細い線幅のパターンを形成するので、高アスペクト比のレジストフレームが形成される。また、レジストフレーム間のトレンチの幅に対してフレーム膜厚が極端に厚い状態も生じる。

【0029】この状態で微細パターン形成材料をレジストフレーム上に塗布しても、トレンチ底部まで微細パターン形成材料が浸透せず、レジストフレーム側壁に均一に被覆層が形成されない不具合が発生する。この不具合は、特にトレンチ底部のレジストフレーム側壁に顕著に発生し、トレンチパターンのアスペクト比(トレンチ幅に対するレジスト層の厚さの比)が高いほど顕著である。

【0030】さらに、トレンチパターンのアスペクト比が高いと、微細パターン形成材料をレジストフレーム上に塗布する前に、水処理や界面活性剤処理などの親水処理をレジストフレーム表面に施すプリウェット処理をしてもこの不具合は改善されない。

【0031】本発明の目的は、レジストパターン間の幅に比してレジストパターンの膜厚が極めて大きくても、微細パターン形成材料を確実にレジストパターン表面に形成できる微細パターン形成方法を提供することにある。また本発明の目的は、レジストパターン間の幅に比してレジストパターンの膜厚が極めて大きくても、微細パターン形成材料を確実にレジストパターン表面に形成できる微細パターン形成方法で用いて好適な現像/洗浄装置を提供することにある。さらに本発明の目的は、レジストパターン間の幅に比してレジストパターンの膜厚が極めて大きくても、微細パターン形成材料を確実にレジストパターン表面に形成できる微細パターンを用いたフレームめっき方法を提供することにある。さらに本発明の目的は、レジストパターン間の幅に比してレジストパターンの膜厚が極めて大きくても、微細パターン形成材料を確実にレジストパターン表面に形成できる微細パターンを用いた薄膜磁気ヘッドの製造方法を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】上記目的は、加熱や光照射により酸を発生する材料を含むレジストを基板上に塗布し、前記レジストにパターンを露光して現像し、現像液を洗浄液で洗浄してレジストパターンを形成し、前記洗浄液を前記基板上に付着させた状態で、前記基板上に

酸の存在で架橋する材料を含む微細パターン形成材料を塗布し、加熱または光照射により前記レジストパターン中に酸を発生させ、前記レジストパターンと前記微細パターン形成材料との界面に生じた架橋層で前記レジストパターンを被覆し、前記微細パターン形成材料の非架橋層を前記微細パターン形成材料用の現像液で現像し、当該現像液を洗浄液で洗浄することを特徴とする微細パターン形成方法によって達成される。

【0033】上記本発明の微細パターン形成方法であって、前記レジストパターンの現像から前記微細パターン形成材料の塗布までの間で前記基板を乾燥させないことを特徴とする。

【0034】また、上記目的は、基板上に形成された露光済みのレジスト層を現像する現像液を散布する現像液ノズルと、前記現像液を洗浄する洗浄液を散布する洗浄液ノズルと、洗浄後、前記洗浄液を乾燥させずに保持した状態の前記基板表面に対して微細パターン形成材料を散布する微細パターン形成材料散布ノズルと微細パターン形成材料用現像液を散布する微細パターン形成材料用現像液散布ノズルとを有することを特徴とする現像/洗浄装置によって達成される。

【0035】さらに、上記目的は、基板上に電極膜を形成し、加熱や光照射により酸を発生する材料を含むレジストを前記基板上に塗布し、前記レジストにパターンを露光して現像し、現像液を洗浄液で洗浄してレジストパターンを形成し、前記洗浄液を前記基板上に付着させた状態で、前記基板上に酸の存在で架橋する材料を含む微細パターン形成材料を塗布し、加熱または光照射により前記レジストパターン中に酸を発生させ、前記レジストパターンと前記微細パターン形成材料との界面に生じた架橋層で前記レジストパターンを被覆し、前記微細パターン形成材料の非架橋層を前記微細パターン形成材料用の現像液で現像し、当該現像液を洗浄液で洗浄し、前記基板表面をめっき液に浸漬して、被覆された前記レジストパターンの間にめっき膜を形成することを特徴とするめっき方法によって達成される。

【0036】またさらに、上記目的は、レジストをパターンニングして形成した型を用いてめっき膜を形成するめっき工程を有する薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、前記めっき工程は、上記本発明のめっき方法を含むことを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法によって達成される。

【0037】

【発明の実施の形態】本発明の第1の実施の形態による微細パターン形成方法をフレームめっき方法に適用させた場合について図1乃至図3を用いて説明する。図1及び図2は、フレームめっき法を用いためっき膜の製造工程断面を示している。まず、図1(a)に示すように、絶縁性基板1上にスパッタリング法や蒸着法を用いて電極膜2を成膜する。この電極膜2の下層に絶縁性基板1

との密着性を高めるための、例えばCr(クロム)膜やTi(チタン)膜等で接着層を形成してもよい。電極膜2は、導電性のある材料であれば問題ないが、できればめっきされる金属材料と同一材料を用いることが望ましい。

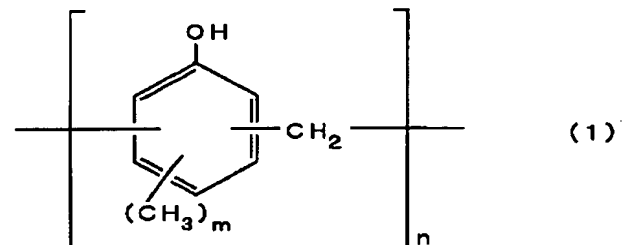
【0038】次に、図1(b)に示すように、適当な加熱処理により内部に酸を発生する機構を有する第1のレジストをスピンコートなどにより全面に塗布して第1のレジスト層3を形成し、必要に応じて第1のレジスト層3のプリバーク処理を行う。次いで、所定のパターンが描画されたマスク4を介して露光光を照射して、レジスト層3を露光する。第1のレジスト材料としては、加熱により酸を発生する構造の、一般的なレジスト材料、一体型ポジ型レジスト材料、疎水性一体型ポジ型レジスト材料、又は化学増幅型ポジ型レジスト材料が用いられる。

【0039】一般的なレジスト材料としては、アルカリ可溶性フェノール樹脂と例えばナフトキノンジアジド等の感光剤との混合物が用いられる。具体的には、例えばクラリアントジャパン社のAZP4000シリーズ、AZ9200シリーズ若しくはAZEXP.1131シリーズ、富士フイルムオーリン社のFMRシリーズ、東京応化社のTGMシリーズ等が用いられる。

【0040】一体型ポジ型レジスト材料としては、感光基がノボラック樹脂に直接結合しているレジスト組成物が用いられる。具体的には下記構造式(1)で示される1又は2以上の繰り返し単位を有し、ポリスチレン換算重量平均分子量が1000~10000であるノボラック樹脂の水酸基の水素原子を、水素1原子当たり0.03~0.27モルの1,2-ナフトキノンジアジドスルホン基で置換して得たノボラック樹脂を、アルカリ可溶性樹脂及び感光剤として含有するレジスト組成物が用いられる。

【0041】

【化1】



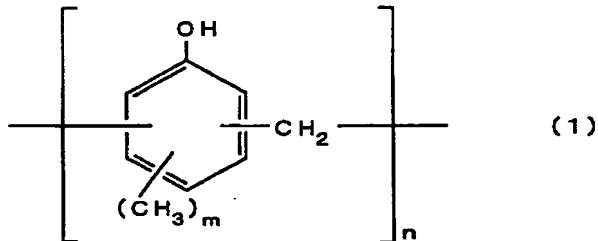
ただし、式(1)において、nは1~4の整数、mは0~3の整数である。

【0042】疎水性一体型ポジ型レジスト材料としては、感光基がノボラック樹脂に直接結合している疎水性のレジスト組成物が用いられる。具体的には、(A)下記構造式(1)で示される繰り返し単位を有し、ポリスチレン換算重量平均分子量が1000~30000であるノボラック樹脂の水酸基の水素原子の一部を、1,2

ーナフトキノンジアジドスルホンエステル基で置換し、かつ、残りの水酸基の一部の水素原子を下記一般式(2)、(3)又は(4)で示される官能基のうちの1種又は2種以上の置換基で置換した高分子化合物、

【0043】

【化2】



ただし、式(1)において、nは1~4の整数、mは0~3の整数であり、式(2)、(3)及び(4)において、Rは炭素数1~30の直鎖状、分岐状若しくは環状のアルキル基、炭素数6~20のアリール基、又は炭素数7~20のアラルキル基である。又は、(B)ノボラック樹脂の水酸基の水素原子を、水素1原子当たり0.03~0.3モルの割合で1、2-ナフトキノンジアジドスルホンエステル基で置換し、かつ、残りの水酸基の一部の水素原子を水素1原子当たり0.01~0.8モルの割合で上記一般式(2)、(3)又は(4)で示される官能基のうちの1種又は2種以上の置換基で置換した(A)の高分子化合物を含有するレジスト組成物が用いられる。

【0044】化学増幅型ポジ型レジスト材料としては、主成分が酸触媒反応性官能基を持つ樹脂と酸発生剤との混合物、又は樹脂と酸反応性官能基を持つ樹脂と酸発生剤との混合物が用いられる。具体的には、例えばクラリアントジャパン社のAZ DXシリーズ、日本合成ゴム(JSR)社のKRFシリーズ、信越化学工業社のSEPRシリーズ、富士フィルムオーリン社のFKRシリーズ、東京応化社のTDURシリーズ、シブレイ社のAPEX-Eシリーズ等が用いられる。

【0045】次に、必要に応じて熱処理後、図1(c)

に示すように、感光したレジスト層3をアルカリ現像液5で現像して第1のレジストフレーム6を形成する。アルカリ現像液5としては、例えば、2.38wt%の濃度のテトラメチルアンモニウムハイドロオキシド(TMAH)を用いることができる。

【0046】次に、現像工程から引き続いて洗浄工程に移行する。第1のレジストフレーム6表面の現像液5を洗浄液7で洗浄し、第1のレジストフレーム6表面の現像溶解反応を停止させて、図1(d)に示すように、所定形状にパターンニングされた第1のレジストフレーム6が形成される。洗浄液7としては、例えば純水が用いられる。

【0047】洗浄が終了したら、図2(a)に示すように、洗浄液7を振り切らずに基板1表面に洗浄液7を付着(保持)した状態で、酸の存在により架橋する架橋性の材料を主成分とし、第1のレジストフレーム6を溶解しない水溶液に溶解した水溶性の微細パターン形成材料を全面に塗布して第2のレジスト層8を形成する。水溶性微細パターン形成材料としては、水溶性架橋剤と水溶性樹脂との混合物を用いることができ、必要に応じてそれらに界面活性剤が添加される。

【0048】水溶性架橋剤としては、例えば、尿素、アルコキシメチレン尿素、N-アルコキシメチレン尿素、エチレン尿素若しくはエチレン尿素カルボン酸等の尿素系架橋剤、メラミン若しくはアルコキシメチレンメラミン等のメラミン系架橋剤、ベンゾグアナミン若しくはグリコールウリル等のアミノ系架橋剤、又は、酸によって架橋反応が生じるその他の架橋剤が用いられる。

【0049】水溶性樹脂としては、例えば、ポリアクリル酸、ポリビニルアセタール、ポリビニルピロリドン、ポリビニルアルコール、ポリエチレンイミン、ポリエチレンオキシド、スチレン-マレイン酸共重合体、ポリビニルアミン樹脂、ポリアリルアミン、オキサソリン基含有水溶性樹脂、水溶性メラミン樹脂、水溶性尿素樹脂、アルキッド樹脂、スルホンアミド樹脂、又はその他の樹脂が用いられる。界面活性剤としては、例えば、スリーエム社のフロラード又は三洋化成社のノニポール等の水溶性界面活性剤が用いられる。水溶性微細パターン形成材料としては、具体的には、例えばクラリアントジャパン社のAZ R200等が用いられる。次に、第2のレジスト層8の塗布後、必要に応じてプリベーク(例えば、85℃/70sec)する。

【0050】このように本実施の形態では、第1のレジストフレームの現像から微細パターン形成材料の塗布までの間で基板1を乾燥させない点に特徴を有している。こうすることにより、従来、プリウェット処理を施しても改善されなかった微細パターン形成材料のレジストフレーム側壁への付着を大幅に改善することができる。

【0051】なお、第2のレジスト層8は水溶性であり基板1上に保持された洗浄液7と容易に迅速に混合され

拡散する。従って、基板1上での第2のレジスト層8の濃度は場所によらず均一になるが、より迅速に均一性を得るために基板1を回転或いは揺動させるようにしてももちろんよい。

【0052】次に、図2(b)に示すように、基板1に形成された第1のレジストフレーム6と、この上に形成された第2のレジスト層8とをミキシングベーク(例えば、 $110^{\circ}\text{C}/70\text{sec}$ )し、第1のレジストフレーム6から酸の拡散を促進させ、第2のレジスト層8中へ供給し、第2のレジスト層8と第1のレジストフレーム6との界面において架橋反応を発生させる。このミキシングベークにより架橋反応を起こした架橋層9が、第1のレジストフレーム6を被覆するように第2のレジスト層8中に形成される。

【0053】次に、架橋していない第2のレジスト層8を現像液を用いて除去してから洗浄を行う。現像液としては、レジストパターンを溶解しない程度に、純水と、例えばメタノール、エタノール、プロパノール若しくはブタノール等のアルコール又はN-メチルピロリジン、2-ヘプタノン若しくはアセトン等の水溶性の有機溶剤との混合溶液が用いられる。具体的には、例えばクラリアントジャパン社のAZ R2等が用いられる。その後、基板1表面に対して例えば純水などの洗浄液を散布して洗浄し、図2(c)に示すように所定形状にパターニングされた第2のレジストフレーム9が形成される。以上の工程を経て、形成された第2のレジストフレーム9は、第1のレジストフレーム6よりパターンの分離幅を狭小化させたレジストパターンとなる。

【0054】次に、図2(d)に示すように、基板1をめっき槽中のめっき液200に浸漬して、第2のレジストフレーム9を型にしてめっき処理を行い、第2のレジストフレーム9間にめっき膜202を形成する。

【0055】次いで図2(e)において、必要に応じて水洗し乾燥させ、次いで第2のレジストフレーム9及び第1のレジストフレーム6を有機溶剤等を用いて基板1から剥離する。次いで、めっき膜202をマスクにして電極膜2をドライエッチング(イオンミリングや反応性イオンエッチング(RIE)等)あるいはウェットエッチングにより除去する。以上で本実施形態のフレームめっき方法が終了する。

【0056】このように本実施形態による微細パターン形成方法及びフレームめっき方法では、第1のレジストフレーム6を形成する際の洗浄工程で洗浄液7を振り切って乾燥させる処理を施さない。すなわち、第1のレジストフレーム6が形成された基板1表面に水層を保持したまま、第2のレジスト層8を塗布する。

【0057】こうすることにより、高アスペクト比のレジストフレームや、レジストフレーム間のトレンチの幅に対してフレーム膜厚が極端に厚い状態が生じていても、この状態で微細パターン形成材料をレジストパター

ン上に塗布してレジストパターン底部まで微細パターン形成材料を浸透させることができる。従って、レジストパターン底部のみ被覆層が形成されないなどの不具合は発生しない。

【0058】次に、本実施形態をより具体的に示す実施例を比較例と共に図3を用いて説明する。図3(a)は、本実施例によるレジストフレーム間に形成されたトレンチパターンの断面を示している。図3(b)、(c)はそれぞれ従来技術に基づく比較例の断面を示している。

【0059】図3(a)に示す本実施例の第2のレジストフレーム9は、上述の図1及び図2に示した微細パターン形成方法を用いて形成されている。まず、第1のレジストフレーム6を厚さ(深さ) $d=6.0\mu\text{m}$ 、間隔 $(w1+2\cdot w2)=0.6\mu\text{m}$ となるように形成する。次いで本実施の形態の方法を用いて、基板1上の洗浄液を乾燥させずに水層を保持して微細パターン形成材料を第1のレジストフレーム6上に塗布して加熱、現像後、水洗して第2のレジストフレーム9を形成する。被覆層の厚さ $w2$ は約 $0.1\mu\text{m}$ であり、これにより幅 $w1=0.4\mu\text{m}$ に狭小化させたトレンチを得ることができる。図示のように、トレンチ内壁を構成する第2のレジストフレーム9側壁は均一に被覆されている。このトレンチパターンを用いて、厚さ $d2=4.5\mu\text{m}$ のパーマロイ(NiFe)をフレームめっき法により形成すると、正確に所望の寸法に制御されためっき膜202を得ることができる。

【0060】一方、図3(b)、(c)は、従来の図10に示した微細パターン形成方法を用いて図9に示したフレームめっき方法を用いて形成したパターンの断面を示している。膜厚やトレンチの幅等は実施例と同様である。

【0061】まず、第1のレジストを基板1上に塗布してから露光及び現像し、次いで洗浄した後、スピンドライ法により洗浄液を振り切って基板を乾燥させる。次いで、プリウェット処理を施してから微細パターン形成材料を第1のレジストフレーム532上に塗布し、加熱、現像後、水洗して第2のレジストフレーム536を形成する。この場合には、第1のレジストフレーム532間のトレンチ内での微細パターン形成材料の付着が不均一となるため、加熱しても架橋反応が起こらず狭小化しない領域が発生する。

【0062】形成された第2のレジストフレーム536のトレンチ側の壁部を観察すると、図3(b)の場合には、トレンチ底部のレジストフレーム側壁 $\alpha$ は被覆されておらず、幅 $w2$ だけ広がっている。また、図3(c)の場合には、トレンチ底部のレジストフレーム側壁 $\alpha$ だけでなく、トレンチ底部から所定高さまでの側壁部 $\beta$ や、トレンチ上部の側壁部 $\gamma$ にも被覆されていない領域が形成されてしまっている。このようなトレンチパター



ンでフレームめっきを行っても、図3(b)、(c)に示すように不正確なめっき膜514が形成されるだけである。

【0063】さらに、第2のレジスト層による架橋層は第1のレジストフレーム上に形成されるので基板1の密着性はもともと悪い。第1のレジストフレーム形成後に基板を一旦乾燥させると架橋層が収縮し架橋層と基板との密着性はさらに低下する。従って、基板乾燥処理を施してから第2のレジストフレームを形成してフレームめっき法に用いると、めっき液が第2のレジストフレームと基板との界面に入り込み、そこにもめっき膜が形成され、めっき後に図3(b)と同様の状態になってしまう。

【0064】ところが、本実施形態のように、基板表面が常時保湿した状態で微細パターン形成材料を塗布して第2のレジストフレームを形成すれば、基板との間に隙間が形成されないため正確なめっき膜を形成することができる。

【0065】このように、本実施の形態によれば、レジストフレーム間の幅に比してレジストフレームの膜厚が極めて大きくても、微細パターン形成材料を確実にレジストフレーム表面に形成できるようになる。従って、極めて高いアスペクト比を有するレジストパターンやトレンチパターンであっても微細パターンのめっき膜を形成することができるようになる。

【0066】ところで、上記第1の実施形態による微細パターン形成方法及びフレームめっき方法では、第1のレジストフレーム6を形成するフォトリソグラフィ工程の最終段階である洗浄工程での洗浄液7を乾燥させずにそのまま残存させている。しかしながら、基板1上に洗浄液7が付着している状態が長時間続くのは好ましくない。第1に、基板1上の洗浄液7にゴミ等の異物が付着してその後のプロセスにおける欠陥の原因となる可能性がある。第2に、めっき用の電極膜2が水分により錆びてしまう可能性がある。第3に、第1のレジストフレーム6が水分を吸収して膨潤してしまい、密着性が劣化してパターン剥離を生じてしまう可能性もある。また、基板搬送の観点からは、第2のレジストを塗布するコートへ基板1を搬送させる際、濡れた基板1で搬送装置を濡らしてしまう可能性もある。

【0067】そこで、本発明の第2の実施の形態として、上記第1の実施の形態による微細パターン形成方法及びフレームめっき方法に用いて好適な現像/洗浄装置について図4を用いて説明する。図4は、本実施の形態による現像/洗浄装置の概略構成を示す模式図である。

【0068】現像/洗浄装置は現像/洗浄槽102を有している。現像/洗浄槽102内には基板1を載置する基板ホルダ136が収納されている。基板ホルダ136は、モータ134を回転させて基板1を矢印E方向に回転させることができるようになっている。

【0069】現像/洗浄槽102には、基板ホルダ136上の基板1表面に第1のレジストを現像するための現像液を散布する現像液ノズル104が設けられている。現像液ノズル104は、ポンプ120を稼働させながらバルブ111を開くと共にバルブ126を閉じることにより、現像液タンク114の現像液を基板1上に散布する。

【0070】また、現像/洗浄槽102には、基板ホルダ136上の基板1表面に第1のレジストの現像液と微細パターン形成材料の現像液を洗浄するための洗浄液を散布する洗浄液ノズル106が設けられている。洗浄液ノズル106は、ポンプ122を稼働させながらバルブ110を開くと共にバルブ128を閉じることにより、洗浄液タンク116の洗浄液を基板1上に散布する。

【0071】さらに、現像/洗浄槽102には、基板ホルダ136上の基板1表面に第2のレジスト層8を形成するための微細パターン形成材料を散布する微細パターン形成材料散布ノズル108が設けられている。微細パターン形成材料散布ノズル108は、ポンプ124を稼働させながらバルブ112を開くと共にバルブ130を閉じることにより、微細パターン形成材料タンク118の微細パターン形成材料を基板1上に散布する。

【0072】さらに、現像/洗浄槽102には、基板ホルダ136上の基板1表面に微細パターン形成材料用現像液を散布する微細パターン形成材料用現像液ノズル204が設けられている。微細パターン形成材料用現像液ノズル204は、ポンプ220を稼働させながらバルブ211を開くと共にバルブ226を閉じることにより、微細パターン形成材料用現像液タンク214の微細パターン形成材料用現像液を基板1上に散布する。

【0073】次に、本実施の形態による現像/洗浄装置における現像/洗浄処理の動作について説明する。投影露光装置等による第1のレジスト層の露光が終了したら、露光装置のX-Yステージ上に載置された露光済み基板1は基板搬送装置により搬送され、必要に応じて加熱装置で加熱処理後、本装置の現像/洗浄槽102内の基板ホルダ136に載置される。

【0074】基板ホルダ136に基板1を載置したら、モータ134を駆動して基板ホルダ136を低回転数で回転させる。それと共に、ポンプ120を稼働させつつバルブ111を開くと共にバルブ126を閉じて、現像液タンク114の現像液を現像液ノズル104から基板1表面全面に散布する。

【0075】所定の現像処理が終了したら、バルブ126を開くと共にバルブ111を閉じて現像液ノズル104からの現像液の供給を停止させる。

【0076】次いで、ポンプ122を稼働させつつバルブ110を開くと共にバルブ128を閉じて、洗浄液タンク116の洗浄液を洗浄液ノズル106から基板1上に散布する。所定の洗浄処理が終了したら、バルブ12

8を開くと共にバルブ110を閉じて洗浄液ノズル106からの洗浄液の供給を停止させる。続いて、基板1上に洗浄液が付着している状態で第2のレジスト層を形成するための微細パターン形成材料をノズル108から散布する。

【0077】以上の工程が終了したら基板ホルダ136の回転を停止させ、基板1を不図示の基板搬送系により次工程の第1及び第2のレジスト層を加熱する加熱装置に搬送する。加熱、冷却後、基板1は不図示の基板搬送系により、基板ホルダ136に載置される。基板ホルダ136に基板1を載置したら、モータ134を駆動して基板ホルダ136を低回転数で回転させる。それと共にポンプ220を稼働させながら、バルブ211を開くと共にバルブ226を閉じて、微細パターン形成材料用現像液タンク214の微細パターン形成材料用現像液を微細パターン形成材料用現像液ノズル204から基板全面に散布する。所定の現像処理が終了したら、バルブ226を開くと共にバルブ211を閉じて微細パターン形成材料用現像液ノズル204からの微細パターン形成材料用現像液の供給を停止させる。次いで、ポンプ122を稼働させつつバルブ110を開くと共にバルブ128を閉じて、洗浄液タンク116の洗浄液を洗浄液ノズル106から基板1上に散布する。所定の洗浄処理が終了したら、バルブ128を開くと共にバルブ110を閉じて洗浄液ノズル106からの洗浄液の供給を停止させる。洗浄が終了すると基板ホルダ136を高回転数で回転させて洗浄液を振り切って、基板1を乾燥させる。

【0078】このように本実施の形態によれば、基板上に洗浄液が付着している状態が長時間続くことはなく、基板1上の洗浄液にゴミ等の異物が付着する可能性を極めて低くすることができる。また、めっき用の電極膜に水分が接触している時間を極めて短時間に抑えることができるので電極膜に錆が発生してしまう可能性をほぼ皆無にすることができる。また、レジストフレームが水分を吸収して膨潤してしまうことも回避できる。さらに、従来の基板搬送系による基板搬送を行わないので濡れた基板により既存の搬送装置を濡らしてしまうこともない。

【0079】次に、本発明の第3の実施の形態として、第1の実施の形態による微細パターン形成方法及びフレームめっき方法を用いた薄膜磁気ヘッドの製造方法について図5乃至図8を用いて説明する。図5は薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す工程断面図であり、図5(a)は、磁気ヘッドのトラックの中心を通る平面による断面図、図5(b)は浮上面(ABS)方向から見た断面図をそれぞれ示している。

【0080】なお、本実施の形態は、インダクティブ(誘導型)記録ヘッド部と磁気抵抗効果(MR)再生ヘッド部とが一体的に積層形成されている複合型薄膜磁気ヘッドの場合である。ただし、本実施の形態によるフレームめっき方法は、インダクティブ記録ヘッド部のみが

設けられている薄膜磁気ヘッドについても適用可能であることはいうまでもない。

【0081】まず、AlTiC等のセラミック材料による図示しない基板上に、絶縁層10を積層する。この絶縁層10は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で好ましくは1~2 $\mu m$ 程度の膜厚に形成する。

【0082】次いで、その上に下部シールド11用の層を積層し、さらにその上にシールドギャップ用の絶縁層12を積層する。下部シールド11用の層は、AlFeSi、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN、FeZrN、FeTa<sub>2</sub>N、CoZrNb、CoZrTa等の材料を、スパッタ法またはめっき法等で好ましくは100~5000nm程度の膜厚に形成する。シールドギャップ用の絶縁層12は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で好ましくは10~200nm程度の膜厚に形成する。

【0083】次いで、絶縁層12上のMR素子13を形成し、このMR素子13の両端に電氣的に接続されるようにリード導体14を形成する。MR素子13は、磁性体の単層構造としてもよいが、磁性層及び非磁性層を交互に積層した多層構造とすることが好ましい。磁性層の材料としては、NiFe、NiFeRh、FeMn、NiMn、Co、Fe、NiO、NiFeCr等が好ましく、非磁性層の材料としては、Ta、Cu、Ag等が好ましい。また、多層構造として、例えばNiFeRh/Ta/NiFeの三層構造、NiFe/Cu/NiFe/FeMn、NiFe/Cu/Co/FeMn、Cu/Co/Cu/NiFe、Fe/Cr、Co/Cu、Co/Ag等の複数層構造を1ユニットとして複数ユニットを積層した構造としてもよい。多層構造の場合、磁性層の膜厚は、0.5~50nm、特に1~25nmとすることが好ましく、非磁性層の膜厚も、0.5~50nm、特に1~25nmとすることが好ましい。上述のユニットの繰り返し積層数は、1~30回、特に1~20回が好ましい。MR素子13全体としての膜厚は、5~100nm、特に10~60nmであることが好ましい。MR素子用の層を積層するには、スパッタ法、めっき法等が用いられる。リード導体14は、W、Cu、Au、Ag、Ta、Mo、Co、Pt等の導電性材料をスパッタ法、めっき法等で10~500nm、特に50~300nm程度の膜厚に形成することが好ましい。

【0084】次いで、MR素子13及びリード導体14上に、シールドギャップ用の絶縁層15を積層する。この絶縁層15は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で、5~500nm、好ましくは10~200nm程度の膜厚に形成する。

【0085】以上述べたMR再生ヘッド部の各層は、レジストパターンを用いた一般的なリフトオフ法やミリング法またはこれらを併用した方法でパターンニングされ

る。

【0086】次いで、MR素子13の上部シールドを兼用する記録ヘッド部の下部磁極16用の磁性層を積層し、その上に記録ギャップ17用の絶縁層を積層する。下部磁極16用の層は、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN等の軟磁性材料を、めっき法、スパッタ法等で好ましくは500～4000nm程度の膜厚に形成する。記録ギャップ17用の絶縁層は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の材料をスパッタ法等で、10～500nm程度の膜厚に形成する。

【0087】その後、記録ギャップ17上に、コイル18及びこのコイル18を取り囲む絶縁層19を形成する。コイル18は、Cu等の導電性材料を、フレームめっき法等で、2～5 $\mu m$ 程度の厚さに形成する。絶縁層19は、フォトリソ材料を熱硬化させて、3～20 $\mu m$ 程度の膜厚に形成する。

【0088】以上の工程を経て、図5(A)に示す層構造が得られる。なお、コイル18は、同図に示すように2層であってもよいし、3層以上であっても、また、単層であってもよい。

【0089】次いで、図5(B)に示すように、このように形成した絶縁層19上に、ABS側の磁極部と後側のヨーク部とを有する上部磁極20をフレームめっき法で形成する。上部磁極20は、NiFe、CoFe、CoFeNi、FeN等の軟磁性材料を、好ましくは3～5 $\mu m$ 程度の膜厚に形成する。この際、上部磁極20の磁極部のABS側から見た形状が、同図のごとくなるように形成される。

【0090】以下、このような形状の上部磁極20を形成するためのフレームめっき法について説明する。図6乃至図8は、本実施形態におけるフレームめっき法による上部磁極の形成工程を説明する工程断面図である。

【0091】図6(a)に示す記録ギャップ17上に、図6(b)に示すように、Cu、NiFe、Au等の好ましくはめっきすべき層と同様の成分による金属下地膜21を、10～500nm程度の膜厚で成膜する。

【0092】次いで、図6(c)に示すように、金属下地膜21上に第1のレジスト材料22を塗布してパターンニングし、図6(d)に示すように第1のレジストフレーム23を形成する。この第1のレジストフレーム23の形成において、現像工程から引き続く洗浄工程で第1のレジストフレーム23表面の現像液を洗浄液7で洗浄し、第1のレジストフレーム23表面の現像溶解反応を停止させる。洗浄が終了したら、上記第1の実施の形態で説明したように、洗浄液7を振り切らずに基板面に洗浄液7層が保たれた状態で、水溶性の微細パターン形成材料(第2のレジスト層)を全面に塗布する。

【0093】次に、第1のレジストフレーム23と、この上に形成された第2のレジスト層とをミキシングベークし、上記第1の実施の形態で説明したように現像、水

洗して第1のレジストフレーム23を被覆した第2のレジストフレーム30を形成する。形成された第2のレジストフレーム30は、第1のレジストフレーム23よりパターンの分離幅を狭小化させたレジストパターンとなる(図6(e)参照)。

【0094】図7(a)に示すように、第2のレジストフレーム30を型として用いてNiFe、CoFe、CoFeNi、FeN等の軟磁性材料をめっきしてめっき層24を得る。

【0095】次いで、図7(b)に示すように第1及び第2のレジストフレーム23、30を有機溶剤等を用いて剥離する。次に、図7(c)に示すように、めっき層24をマスクにして、レジストパターン除去跡の金属下地膜21をイオンミリング等の手段によって除去する。

【0096】次いで、図8(a)に示すように、めっき層24の残すべき部分の上部および周囲をレジスト層25で覆う。次に、図8(b)に示すようにウエットエッチング等で不要な部分のめっき層24及び金属下地膜21を除去し、さらに有機溶剤等を用いて、レジスト層25を剥離することにより、図8(c)に示すような上部磁極20が形成される。

【0097】図5に戻り、図5(C)に示すように、このようにして形成した上部磁極20をマスクとして、イオンミリング、RIE(反応性イオンエッチング)等のドライエッチングを行い、記録ギャップ17用の絶縁層のマスクに覆われていない部分を除去し、さらに下部磁極16用の磁性層の途中までマスクに覆われていない部分を除去する。

【0098】これにより、図5(D)に示すように、上部磁極20の下端に、記録ギャップ17を介して対向しかつ同じ幅を有する突出部16aが下部磁極16に形成される。次いで、パッドパンプ等を形成した後、保護層26を積層する。この保護層26は、 $Al_2O_3$ 、 $SiO_2$ 等の絶縁材料を、スパッタ法等で5～50 $\mu m$ 程度の膜厚に形成する。

【0099】以上説明したように、本実施の形態では、第1の実施の形態による微細パターン形成方法及びフレームめっき法を用いているので、第1のレジストフレーム23を形成する際の洗浄工程で洗浄液を振り切る処理を施さない。従って、微細パターン形成材料を確実にレジストパターン表面に形成できるので高精度の薄膜磁気ヘッドを製造することができるようになる。

【0100】本発明は、上記実施の形態に限らず種々の変形が可能である。例えば、薄膜磁気ヘッドを例にとって説明したが、本発明はこれに限らず、半導体装置を初めとする微細構造を有する装置(マイクロデバイス)の製造に広範に適用することができる。

【0101】

【発明の効果】以上の通り、本発明によれば、レジストパターン間の幅に比してレジストパターンの膜厚が極め

て大きくても、微細パターン形成材料を確実にレジストパターン表面に形成できるようになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による微細パターン形成方法及びそれを用いたフレームめっき方法を示す工程断面図である。

【図2】本発明の第1の実施の形態による微細パターン形成方法及びそれを用いたフレームめっき方法を示す工程断面図である。

【図3】レジストフレームとそれを用いてめっきしためっきパターン断面形状の、本発明第1の実施の形態による微細パターン形成方法と、従来技術に基づく形成方法との比較を示す図である。

【図4】本発明の第2の実施の形態による現像/洗浄装置の概略構成を示す模式図である。

【図5】本発明の第3の実施の形態による微細パターン形成方法及びフレームめっき方法を用いた薄膜磁気ヘッドの製造方法を示す工程断面図である。

【図6】本発明の第3の実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法におけるフレームめっき方法を示す工程断面図である。

【図7】本発明の第3の実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法におけるフレームめっき方法を示す工程断面図である。

【図8】本発明の第3の実施の形態による薄膜磁気ヘッドの製造方法におけるフレームめっき方法を示す工程断面図である。

【図9】従来のフレームめっき法を用いためっき膜の製造工程断面を示す図である。

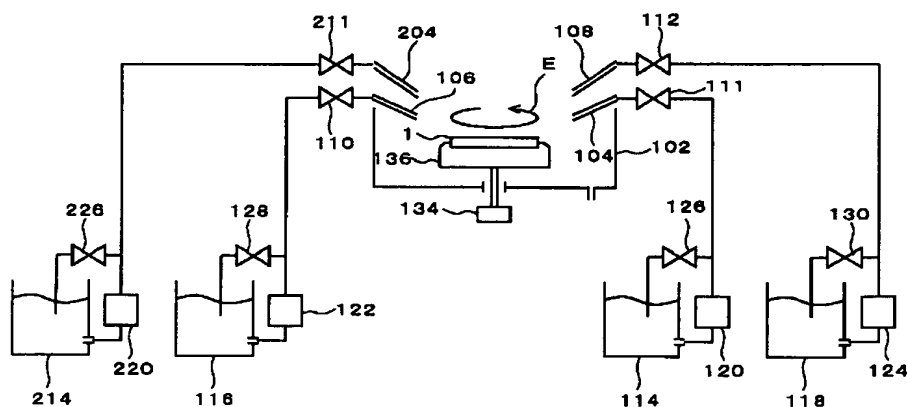
【図10】従来の微細パターン形成方法の製造工程断面

を示す図である。

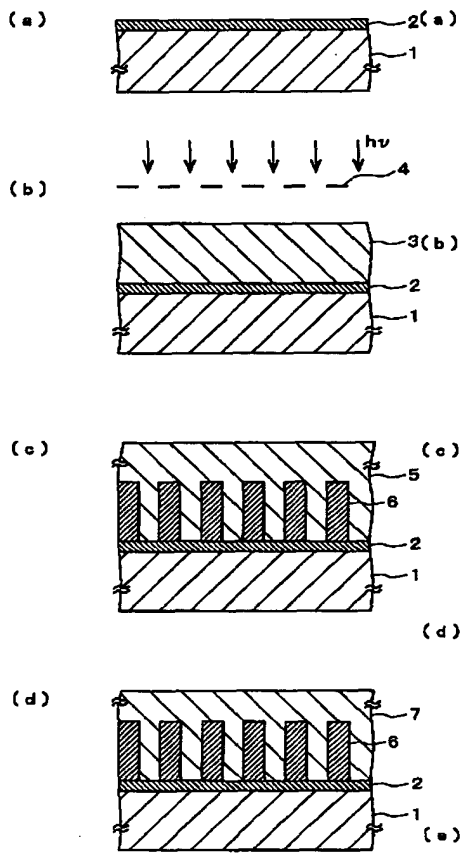
【符号の説明】

- 1 基板
- 2 電極膜
- 3 第1のレジスト層
- 4 マスク
- 5 現像液
- 6、23 第1のレジストフレーム
- 7 洗浄液
- 8 第2のレジスト層
- 9、30 第2のレジストフレーム
- 10、12、15、19 絶縁層
- 11 下部シールド
- 13 MR素子
- 14 リード導体
- 16 下部磁極
- 17 記録ギャップ
- 18 コイル
- 20 上部磁極
- 21 金属下地膜
- 22 レジスト材料
- 24 めっき層
- 25 レジスト層
- 102 現像/洗浄槽
- 104、106、108、204 ノズル
- 114 現像液タンク
- 116 洗浄液タンク
- 118 微細パターン形成材料
- 136 基板ホルダ
- 214 微細パターン形成材料用タンク

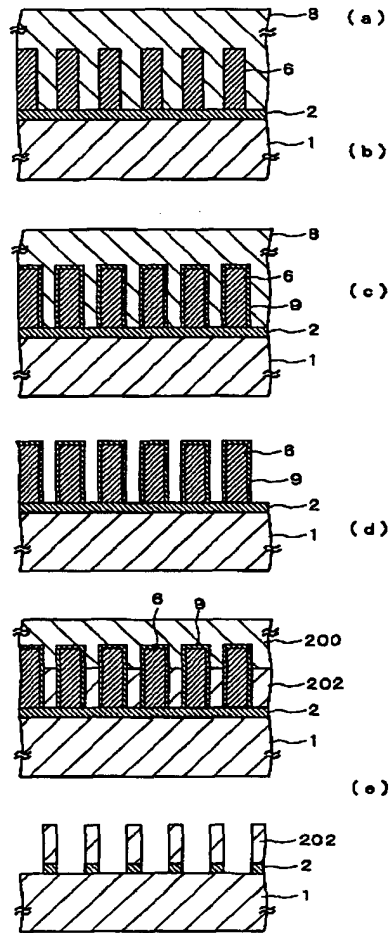
【図4】



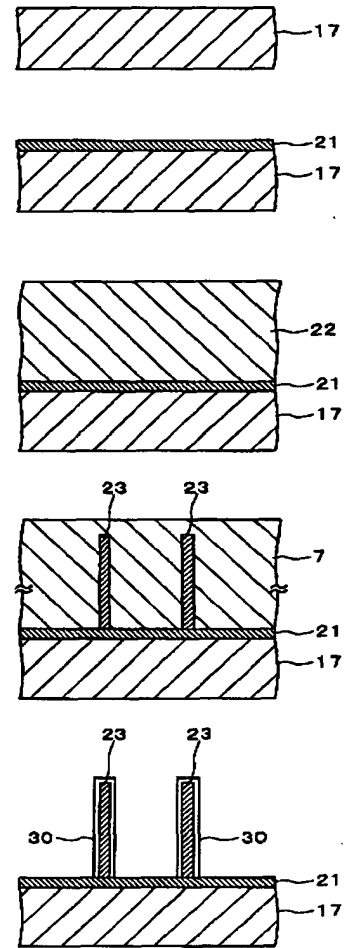
【図 1】



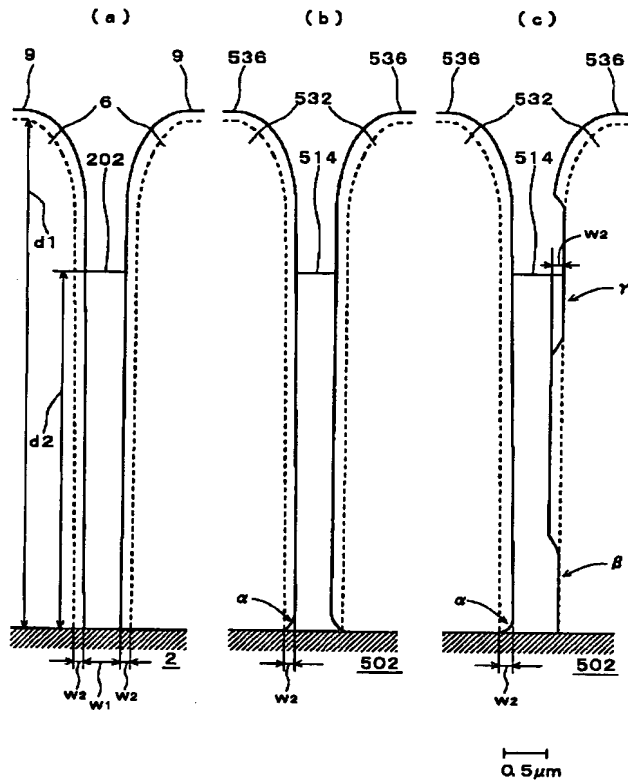
【図 2】



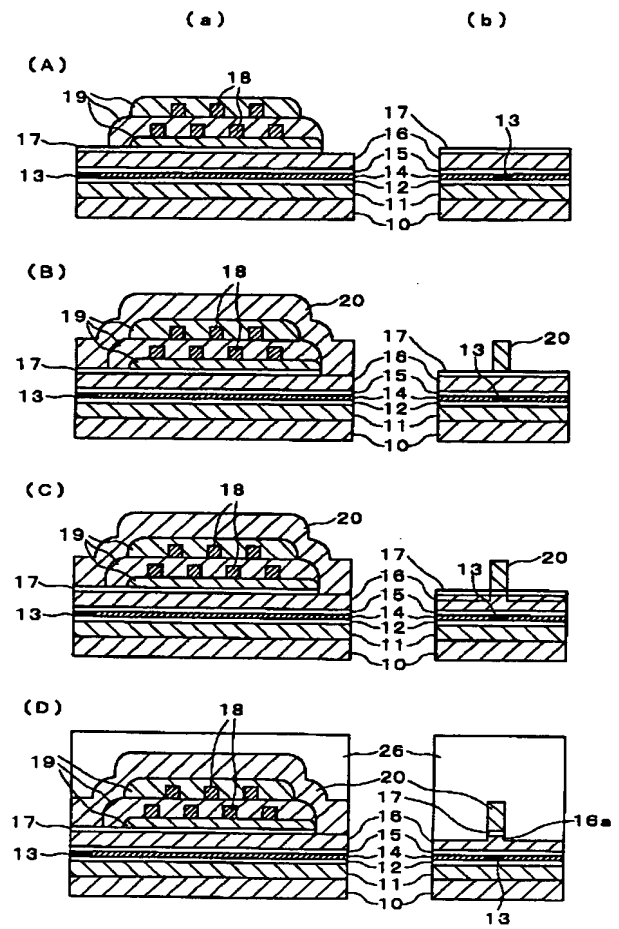
【図 6】



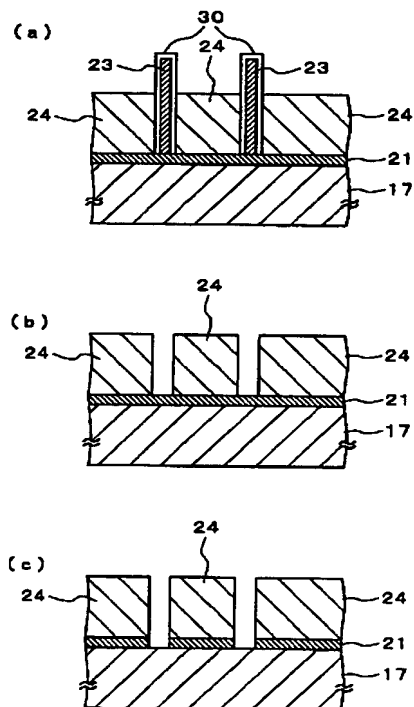
【図 3】



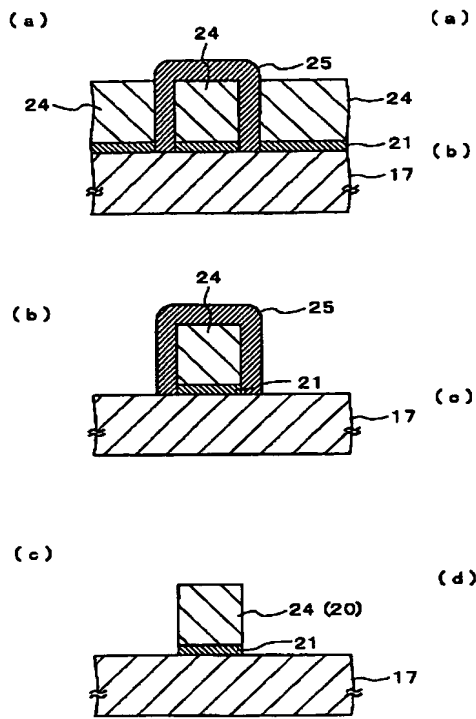
【図 5】



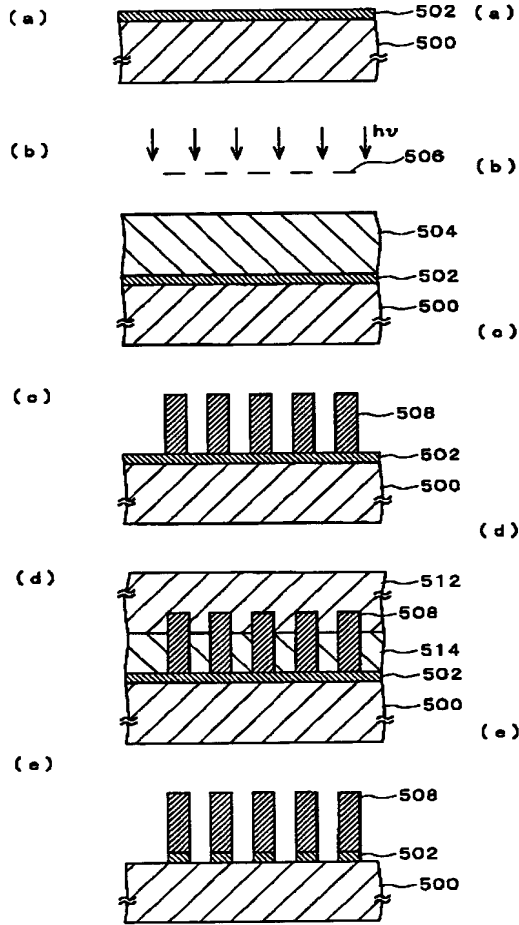
【図 7】



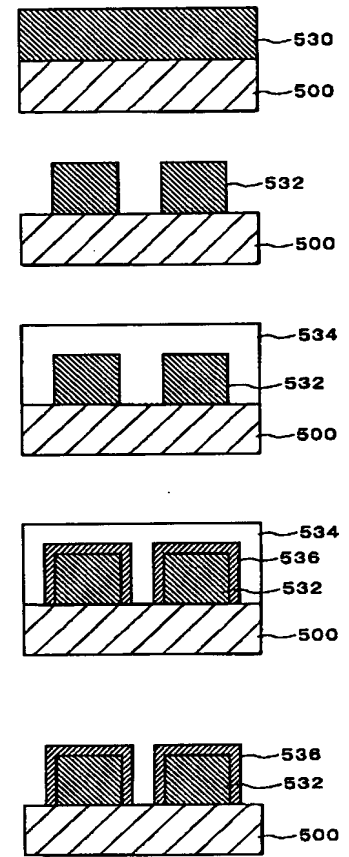
【図 8】



【図 9】



【図 10】



【手続補正書】

【提出日】平成12年5月11日(2000.5.1)

1)

【手続補正1】

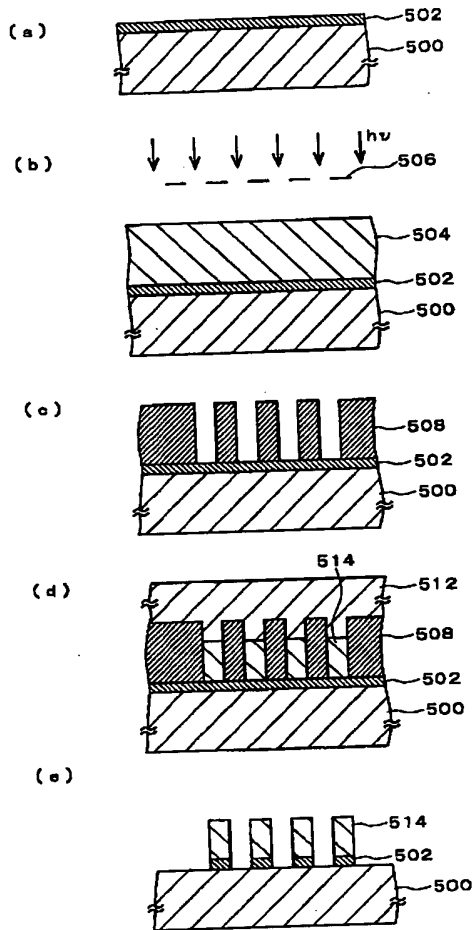
【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図9

【補正方法】変更

【補正内容】

【図9】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>  
// H01L 21/027

識別記号

FI  
H01L 21/30

テ-マ-ド (参考)

570